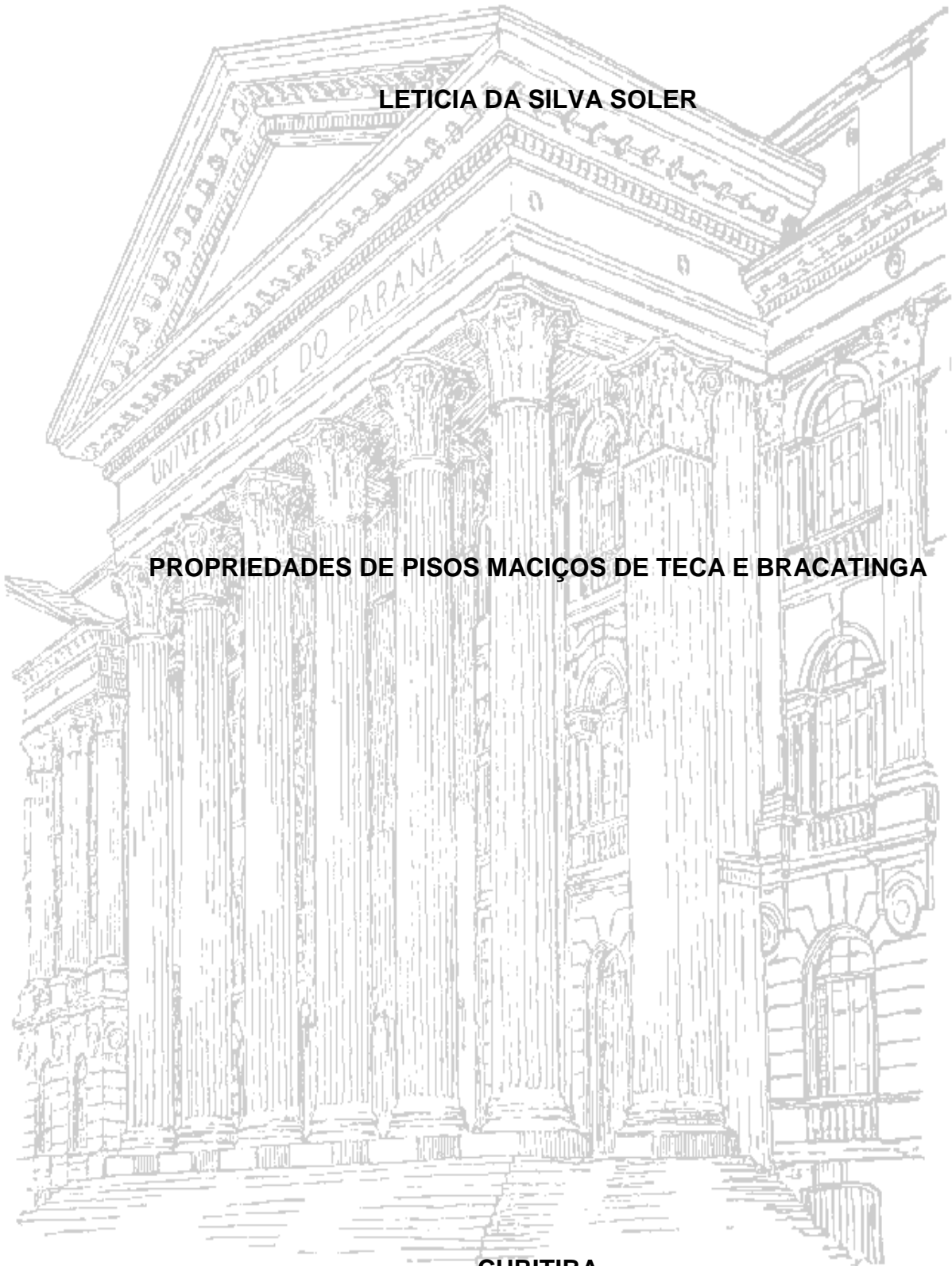


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LETICIA DA SILVA SOLER

PROPRIEDADES DE PISOS MACIÇOS DE TECA E BRACATINGA

**CURITIBA
2014**



LETICIA DA SILVA SOLER

PROPRIEDADES DE PISOS MACIÇOS DE TECA E BRACATINGA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Disciplina Estágio Profissionalizante em Engenharia Industrial Madeireira - do Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de “Engenheiro Industrial Madeireiro”.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvana Nisgoski

**CURITIBA
2014**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Paulo Soler e Lucia Juvenal da Silva, porque sem eles nada disso estaria acontecendo. Pela educação que me foi dada, por todo amor, incentivo e conselhos, por sempre acreditarem em mim.

À minha irmã, Lorena da Silva Soler, por todos os bons e maus momentos, irmãos são amigos para a vida toda.

Ao meu namorado, Jorge Bonfim, por todo o companheirismo incondicional que dedicou a mim nessa caminhada.

À toda minha família e amigos que me apoiaram e estiveram junto comigo em todas as etapas importantes da minha vida.

Aos meus quatro melhores amigos, que fiz nessa jornada e espero que perdure além dela. Por todos os momentos descontraídos, tensos e divertidos que passamos juntos. Sem vocês seria muito mais difícil.

À todos os companheiros do Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira – LANAQM, por toda colaboração, conversas e momentos que passamos juntos.

À professora Silvana Nisgoski, por me orientar nesse e em outros trabalhos, pela amizade e pelos ensinamentos a mim passados.

À Universidade Federal do Paraná e todos os professores que participaram da minha graduação, pelos conselhos e conhecimentos compartilhados.

E finalmente, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação.

RESUMO

No Brasil, os pisos de madeira (laminados e sólidos) têm apresentado uma evolução no crescimento, tanto na produção quanto no consumo. A teca (*Tectona grandis*) e a bracatinga (*Mimosa scabrella*), são duas espécies provindas de plantios florestais, que podem ser certificadas, e tornarem-se opção às espécies nativas e ameaçadas, quando utilizadas na indústria. O objetivo desse estudo foi analisar as propriedades dos pisos maciços de teca e bracatinga como possível substituto do cumaru. Para isso, foi avaliado o rendimento da produção, a resistência à abrasão dos pisos com acabamento, a resistência dos pisos, com e sem acabamento, aos testes de risco, impacto, dureza e a variação da cor dos pisos com a aplicação de acabamento. De acordo com os resultados obtidos nos testes, as duas espécies atenderam às especificações mínimas, com exceção do teste de risco para a bracatinga. Conclui-se que o uso da madeira de bracatinga não se torna viável devido ao seu baixo rendimento na produção, o que deixa a teca mais disponível para ser uma possível substituta do cumaru, devido à sua qualidade e rendimento, aliado a um valor de venda mais acessível que o cumaru.

Palavras-chave: pisos de madeira maciça, teca, bracatinga.

ABSTRACT

The hardwood floors (laminated and solid), in Brazil, have presented an evolution in growth, both in production and consumption. Teak (*Tectona grandis*) and the bracatinga (*Mimosa scabrella*) are two species of forest plantations that have stemmed certified wood, and may become an option to native and endangered species when used on solid wood flooring industry. The aim of this study was to analyze the properties of Teak and bracatinga massive flooring as a possible replacement of cumaru. It was evaluated the performance of the production, the abrasion resistance of finished floors, the resistance of floors with and without finishing through risk, impact and hardness tests, and color variation of floors with the finishing application. According to the results obtained, the two species responded to the minimum specifications of the tests, with the exception of bracatinga risk test. It is concluded that the use of bracatinga wood doesn't become feasible due to its low production efficiency, which makes the Teak a more possible available replacement of cumaru, because of its adequate properties, good income, allied to more accessible sales value.

Keywords: hardwood floors, teak, bracatinga.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DE PISOS DE MADEIRA MACIÇA.	13
FIGURA 2 – FLUXOGRAMA DETALHADO DA LINHA DE VERNIZ.....	15
FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA COLORIMÉTRICO CIELAB 1976.	19
FIGURA 4 – SISTEMA DE COORDENADAS DE CORES CIELAB 1976.	20
FIGURA 5 – EQUIPAMENTO TABER UTILIZADO PARA O TESTE DE ABRASÃO NOS PISOS DE MADEIRA.	22
FIGURA 6 – EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA OS TESTES DE RISCO.	23
FIGURA 7 – IMPACTÔMETRO PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA DA MADEIRA AO IMPACTO.....	24
FIGURA 8 – EQUIPAMENTO EMIC MODELO DL 30000, CAPACIDADE MÁXIMA DE 30 TONELADAS, PARA ENSAIO DE DUREZA.....	25
FIGURA 9 – ESPECTROFOTÔMETRO KONICA MINOLTA CM-5.	26
FIGURA 10 – QUANTIDADE DE CICLOS MÍNIMA PARA APROVAÇÃO NO TESTE.....	30
FIGURA 11 – COMPARAÇÃO DO TESTE DE RISCO PARA AMOSTRAS COM E SEM ACABAMENTO.....	31
FIGURA 12 – VARIAÇÃO DE COR DA MADEIRA DEVIDO À APLICAÇÃO DO ACABAMENTO.....	34
FIGURA 13 – CURVA DE REFLECTÂNCIA PARA BRACATINGA.	36
FIGURA 14 – CURVA DE REFLECTÂNCIA PARA CUMARU.....	36
FIGURA 15 – CURVA DE REFLECTÂNCIA PARA TECA.	37
FIGURA 16 – CURVA DE REFLECTÂNCIA PARA AMOSTRAS COM VERNIZ.	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TOLERÂNCIA DE PROFUNDIDADE NO ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO IMPACTO.....	25
TABELA 2 – CLASSIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO TOTAL DA COR (ΔE^*) DE MADEIRAS.....	28
TABELA 3 – RENDIMENTO NA PRODUÇÃO DE PISOS DE MADEIRA MACIÇA	29
TABELA 4 – VALORES MÉDIOS E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE CICLOS OBTIDOS NO TESTE DE ABRASÃO.....	30
TABELA 5 – VALORES MÉDIOS E DESVIO-PADRÃO DO AFUNDAMENTO CAUSADO PELO TESTE DE IMPACTO EM TRÊS ALTURAS DIFERENTES.....	32
TABELA 6 – VALORES MÉDIOS E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DA DUREZA JANKA.....	33
TABELA 7 – VALORES MÉDIOS E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO PARA OS PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS DE CADA AMOSTRA NO SISTEMA CIE - $L^*a^*b^*$	34
TABELA 8 – VARIAÇÃO TOTAL DA COR DAS ESPÉCIES.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

a* - Coordenada cromática verde-vermelho

ASTM - *American Society for Testing and Materials*

b* - Coordenada cromática azul-amarelo

C - Croma

CIE - *Commission Internationale de l'Éclairage*

Imazon- Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia

Embrapa – Empresa Brasileira Agropecuária

H - Matiz

L* - Luminosidade

NEMA - *National Electrical Manufacturers Association*

SFB – Serviço Florestal Brasileiro

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UV – Ultravioleta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.2	OBJETIVOS.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	PISOS DE MADEIRA.....	11
2.2	PISOS DE MADEIRA MACIÇA.....	12
2.3	ESPÉCIES UTILIZADAS E POTENCIAIS	16
2.3.1	TECA	16
2.3.2	BRACATINGA.....	17
2.3.3	CUMARU	17
2.4	COR DA MADEIRA.....	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1	MATERIAIS.....	21
3.2	MÉTODOS.....	21
3.2.1	RENDIMENTO.....	21
3.2.2	TESTE DE ABRASÃO	22
3.3	RESISTÊNCIA AO RISCO.....	22
3.4	RESISTÊNCIA AO IMPACTO.....	23
3.5	DUREZA JANKA.....	25
3.6	COLORIMETRIA.....	26
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1	RENDIMENTO.....	29
4.2	TESTE DE ABRASÃO	29
4.3	RESISTÊNCIA AO RISCO.....	31
4.4	RESISTÊNCIA AO IMPACTO.....	31
4.5	DUREZA JANKA.....	33
4.6	COLORIMETRIA.....	33
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Os pisos de madeira são considerados produtos de maior valor agregado (PMVA), porque são resultado de um reprocessamento da madeira serrada. No Brasil, os pisos de madeira (laminados e sólidos) têm apresentado uma evolução no crescimento, tanto na produção quanto no consumo (Andrade, 2014).

Este produto apresenta uma agregação de valor superior a 190% em relação à madeira serrada bruta. Entretanto, atualmente, é pequena a produção e participação no mercado, considerando a grande vocação florestal do Brasil. Os países como China, Indonésia, Malásia e Áustria apresentam volumes de exportação bem superiores ao Brasil. Em termos percentuais, o Brasil representa menos de 5% da produção de pisos de madeira (sólidos e laminados). No caso do mercado nacional, o consumo é também pequeno, a participação dos pisos de madeira maciça foi de 0,5% do total do consumo de revestimentos. O setor de pisos de madeira maciça destina os seus produtos, principalmente, para o mercado externo (Andrade, 2014).

A teca (*Tectonagrandis*) e a bracatinga (*Mimosa scabrella*), são duas espécies provindas de plantios florestais que podem ser certificados. Podendo se tornar uma opção frente ao uso de espécies nativas. Porém, por serem espécies novas no mercado muitas vezes, por falta de informação, seus produtos são rejeitados. Porém, implementando melhorias no processo de fabricação, a teca e a bracatinga podem ser ótimas opções em relação ao custo-benefício que proporcionam.

1.2 OBJETIVOS

Analisar as propriedades dos pisos maciços de teca e bracatinga como possível substituto do cumaru.

Objetivos específicos:

- Avaliar o rendimento da produção de cada espécie;
- Avaliar a resistência à abrasão dos pisos com acabamento;
- Avaliar a resistência dos pisos com e sem acabamento aos testes de risco, impacto e dureza;
- Avaliar a variação da cor dos pisos com a aplicação de acabamento;
- Comparar os resultados obtidos dos pisos de teca e bracatinga com pisos de cumaru.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O setor florestal tem um papel de relativa importância na economia brasileira. Em 2010, o PIB da indústria de base florestal alcançou US\$ 33,1 bilhões, equivalente a 1,6% do PIB nacional. Contribuiu, também, com 35,7% do superávit da balança comercial brasileira (Siqueira, 2011).

2.1 PISOS DE MADEIRA

Os pisos de madeira demonstraram evolução no crescimento, tanto na produção como no consumo. O crescimento no período de 1999 a 2008 foi de 140% e 186,8% respectivamente. Para o crescimento anual, os valores atingiram 10,2% e 12,4% ao ano (Andrade, 2014).

Apenas a Amazônia Legal, de onde é retirada a matéria-prima para fabricação de pisos de madeira maciçatropical, gera aproximadamente 204 mil empregos, dos quais 66 mil são empregos diretos (processamento e exploração florestal) e 137 mil empregos indiretos nos segmentos de transporte de madeira processada, revenda, lojas de equipamentos e maquinário para o setor madeireiro, consultoria florestal e jurídica, e no beneficiamento da madeira processada para a fabricação de móveis (SFB e Imazon, 2010).

Em 2009, houve forte retração na produção madeireira da Amazônia Legal. Existiram três fatores determinantes para esta diminuição: os esforços mais rigorosos de monitoramento e fiscalização ambiental, a crescente substituição da madeira nativa por madeira de reflorestamento e outros materiais na construção civil e indústria de móveis, e a crise econômica mundial, que afetou diretamente as exportações. Nesse mesmo ano, a madeira teve como principal destino o mercado interno. Aproximadamente 79% dos produtos de madeira foram destinados ao mercado brasileiro (SFB e Imazon, 2010).

Existem inúmeras vantagens na utilização de pisos de madeira. A madeira é isolante térmica, em épocas mais frias, o piso mantém o ambiente mais aquecido, além disso, também tem a propriedade de isolante acústico. A madeira torna o ambiente mais aconchegante, pois proporciona a sensação de bem estar nas pessoas. Sem falar na versatilidade que proporciona podendo atender as mais variadas necessidades técnicas e estéticas. Existem muitas variações de cores e desenhos da madeira que podem agradar a todos os gostos.

Basicamente existem dois tipos de pisos de madeira, os Pisos de madeira maciça e os Pisos engenheirados. Os pisos de madeira maciça são assoalhos (tábuas-corridas) de madeira maciça, porém já vêm pré-acabados com verniz de fábrica. Por isso, sua instalação é mais rápida e possuem cantos superiores chanfrados (*microbeveled*) para compensar eventuais pequenos desníveis do contrapiso. São fabricados em comprimentos aleatórios (*random-length*) que possibilita um belo efeito de “juntas soltas” (não paginadas) além de um melhor aproveitamento da matéria-prima (madeira nobre) (Recoma, 2014).

Já o Piso “*Engenheirado*”, foi traduzido do inglês “engineered flooring”. Trata-se de um piso de madeira maciça nobre na parte superior (camada de uso – 3 mm), mas com melhorias na engenharia interna do produto, por meio da construção de uma estrutura de camadas intermediárias de chapas de madeira compensada, dispostas transversalmente, tornando a régua mais estável, e proporcionando economia no uso de madeira nobre (Recoma, 2014).

2.2 PISOS DE MADEIRA MACIÇA

A figura 1 a seguir descreve os pontos principais do processo produtivo de pisos de madeira maciça da empresa Novopiso.

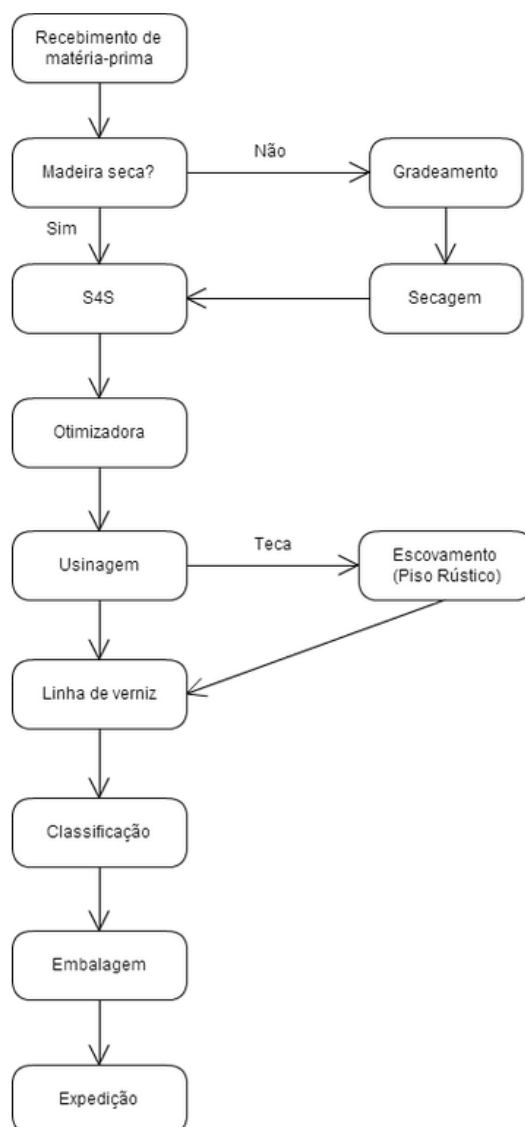


FIGURA 1 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DE PISOS DE MADEIRA MACIÇA.
 FONTE:A AUTORA, 2014.

A matéria-prima para os pisos maciços é madeira serrada de espécies nativas ou provindas de plantios florestais. A madeira serrada recebida, se estiver úmida, é gradeada e passa pelo processo de secagem para se adequar ao valor estipulado pelo mercado interno ou externo, se estiver seca passa para a próxima etapa, na qual as tábuas são aplainadas nas quatro faces (S4S) para o ajuste da largura e espessura da peça, em seguida são otimizadas, onde as régua são destopadas em comprimentos padrões e os defeitos da madeira são retirados. Então, a próxima etapa é a usinagem, onde é feito o encaixe macho e fêmea nas laterais e no topo. Mais uma vez, há uma classificação na qual as régua com defeitos da usinagem são retiradas. Para a teca existe mais uma etapa na qual as

peças são escovadas, com a finalidade de obter um produto rústico. A superfície não é lisa, mas sim, com veios que imitam a aparência natural da madeira. A última etapa é o acabamento, na qual o piso passa pela linha de verniz para receber os seguintes produtos:

- Primer – faz a preparação da superfície;
- Selador – sela os poros da superfície da madeira para torna-lá impermeável;
- Massa – cobre as irregularidades da superfície para que fique mais lisa;
- Óxido – aumenta a durabilidade e resistência do piso;
- Verniz (Top Coat) – é uma mistura de produtos para dar brilho e proteção à superfície do piso; a proporção da mistura depende do brilho final que se quer obter.

No fim desse processo, ocorre uma classificação do produto, seguida da embalagem e expedição. Os testes feitos pelo setor de qualidade são: gravimétrico, gramatura, aderência, brilho, impacto, risco e abrasão.

A figura 2 descreve dois processos de acabamento, o número 1 é o convencional, o número 2 é para a teca, que por ser um produto rústico passa por um processo diferenciado.

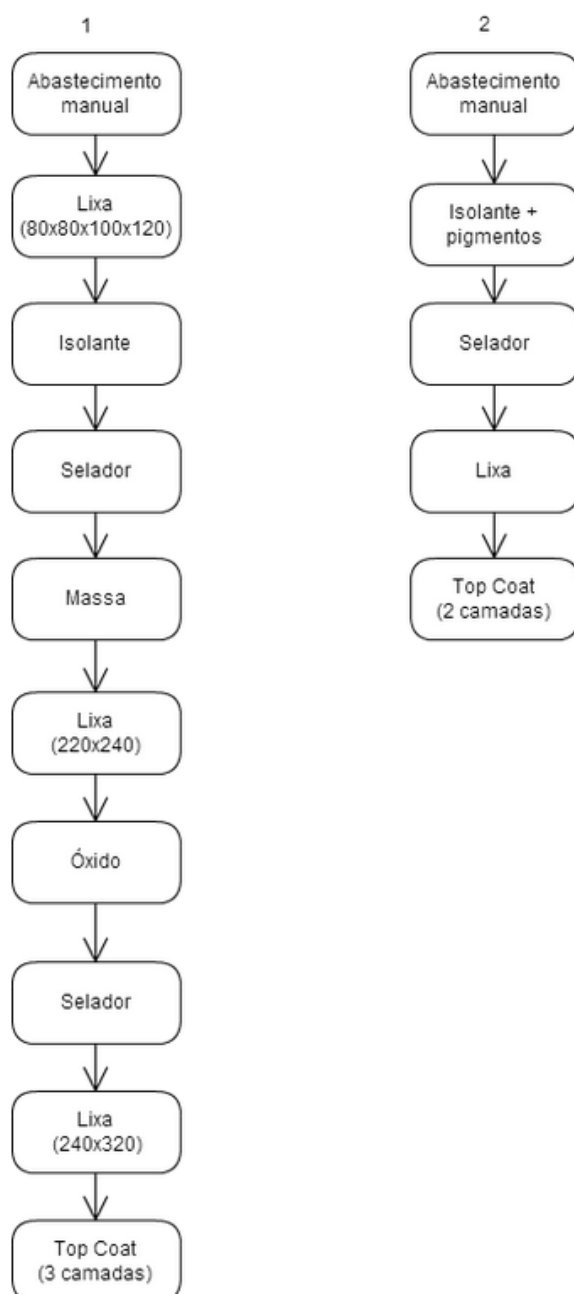


FIGURA 2 – FLUXOGRAMA DETALHADO DA LINHA DE VERNIZ.

FONTE: A AUTORA, 2014.

Os produtos utilizados na linha convencional são à base de monômeros e resinas, e possuem secagem UV (Ultravioleta). Já para teca, os produtos são à base de óleo e também possuem secagem UV. A teca recebe uma camada de isolante, que contém pigmentos que dão a cor mais escura que a teca rústica possui. O lixamento feito na teca é bem leve somente para retirar as imperfeições que eventualmente restaram do processo de escovamento.

2.3 ESPÉCIES UTILIZADAS E POTENCIAIS

2.3.1 TECA

A teca (*Tectona grandis*) possui ocorrência no Brasil, no Mato Grosso e no Pará. É uma árvore nativa na Índia, Mianmar, Paquistão, Tailândia, Laos, Vietnã, Camboja e plantada em diversas regiões. Na América, é cultivada em diversos países, destacando-se o Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Jamaica, México, Peru e Venezuela (IPT, 2014). Atualmente, a teca é a terceira espécie de folhosas tropicais com maior área plantada no mundo, ficando atrás dos plantios de eucaliptos e acácias (Figueiredo, 2005).

A madeira possui cerne e alburno distintos pela cor, cerne castanho-amarelado passando a castanho escuro, com listras escurecidas; cheiro característico, a massa específica aparente a 15% de umidade é de 660 kg/m³; grã direita, ondulada ou entrecruzada; textura grossa. Apresenta alta resistência ao ataque de fungos e insetos, porém susceptível ao ataque de organismos marinhos. Apresenta alta durabilidade. A teca é de fácil trabalhabilidade no aplainamento, torneamento, furação, lixamento e colagem. A presença de sílica pode provocar o desgaste de ferramentas. A secagem é lenta com a ocorrência de pouquíssimos defeitos (IPT, 2014).

É utilizada na construção civil como portas e janelas, como decoração em painéis e forros. Também utilizada em assoalhos como tacos e tábuas, e pisos de madeira maciça. Na produção de móveis decorativos e finos apresenta alta qualidade. Pode ser usada em embarcações (coberturas, pisos e forros), lâminas decorativas, decoração e adorno (escultura e entalhe) (IPT, 2014).

Tendências recentes sugerem que há uma flexibilidade crescente no mercado de madeira tropical, pois existe um mercado robusto para a teca apesar de essa espécie ser comercializada em volumes relativamente pequenos, comparada a outras espécies populares (Revista da madeira, 2006).

Segundo Figueiredo (2005), dois fatores impulsionam o mercado da teca, o primeiro são as restrições de exploração das florestas nativas e o segundo é a expectativa de déficit mundial de madeira de aproximadamente 500 milhões de metros cúbicos por ano. Estudos apontam que a diferença entre a demanda e a oferta de madeira de teca de boa qualidade ocasiona uma continuada valorização

do produto no mercado. No mercado internacional, são registrados preços bem mais elevados que o do mogno.

2.3.2 BRACATINGA

Apesar de pouco conhecida no meio urbano, até poucos anos atrás, a bracatinga (*Mimosa scabrella*) estava presente em 25% do território paranaense. Nas regiões de clima temperado, onde geadas anuais ocorrem, é conhecida pela rapidez com que forma florestas (Mazuchowski, 1989).

Segundo Santos (1987), nenhuma árvore excede a rapidez de crescimento da bracatinga. No Paraná, foi verificado em uma plantação no Horto Florestal 4 metros de altura da árvore em seu primeiro ano. Aos 6 anos, as árvores já tinham 50 cm de diâmetro. Até então, a bracatinga era considerada adequada apenas para combustível por possuir um bom poder calorífico.

Por ser uma madeira nativa de Curitiba, além de causar pequenos impactos com transportes, não causa tantos danos ao solo quando cultivado devido à adaptabilidade da madeira ao solo e às espécies já existentes na região de Curitiba. Além de trazer uma renda complementar aos pequenos proprietários de terra (Embrapa Florestas, 2003).

No Brasil, além do Paraná, a bracatinga possui ocorrência também em Santa Catarina.

A bracatinga possui cerne e alburno ligeiramente distintos, cerne castanho-claro-rosado com nuances mais escuras, massa específica aparente a 15% de umidade de 670 kg/m³ e massa específica básica de 530 kg/m³. Grã direita e textura grossa. A madeira de bracatinga, de acordo com observações práticas, é considerada de durabilidade natural baixa a muito baixa. Nas operações de corte, não apresenta dificuldade. A madeira de bracatinga pode ser utilizada como ripas, tacos, chapas compensadas, lâminas de utilidade geral e embalagens (IPT, 2014).

2.3.3 CUMARU

O cumaru (*Dipteryx odorata*) é uma árvore grande, nativa da floresta primária de terra firme. É amplamente distribuído em toda a bacia amazônica (Embrapa Amazônia Oriental, 2004).

Possui cerne e alborno distintos pela cor, cerne castanho-claro amarelado, brilho moderado, massa específica aparente a 15% de umidade de 1090 kg/m^3 e densidade básica de 908 kg/m^3 . Dura ao corte, grã revessa, textura fina a média, aspecto fibroso atenuado, superfície pouco lustrosa. O cerne do cumaru apresenta alta resistência ao ataque de organismos xilófagos (fungos apodrecedores e cupins) (IPT, 2014).

A madeira de cumaru é difícil de ser trabalhada, mas recebe excelente acabamento no torneamento. Acabamento ruim nos trabalhos de plaina e lixa. É difícil de ser perfurada. Devido à natureza oleosa, a madeira apresenta dificuldade em ser colada. Aceita polimento, pintura, verniz e lustre. A secagem ao ar é relativamente fácil, com pequena tendência a rachaduras superficiais, apresenta empenamento moderado. A secagem artificial é lenta, porém praticamente isenta de defeitos (IPT, 2014).

A madeira de cumaru é utilizada em pontes, postes, mourões, estacas, esteios, dormentes ferroviários, vigas, caibros, batentes, forros, lambris, tacos, tábuas parquetes, partes decorativas de móveis, cabos de ferramentas e partes de embarcações (IPT, 2014).

O cumaru é a madeira mais utilizada na indústria de pisos de madeira maciça. Por ser uma madeira dura e possuir propriedades físicas e mecânicas boas para a produção de piso, seus produtos são os mais vendidos. Além de que sua cor e aspecto são muito bem aceitos no mercado.

2.4 COR DA MADEIRA

Na indústria de móveis e pisos de madeira a aparência superficial da madeira é muito importante na determinação da sua qualidade para a utilização final. Padrões de cores e desenhos são muito procurados nesses ramos, devido às tendências e modismos que tornam o visual do material um fator determinante na escolha de uma espécie.

“A cor é uma das características mais importantes para a identificação e indicação de usos de espécies de madeira, principalmente quando associada aos aspectos de textura e desenho” (Camargos e Gonzalez, 2001).

A utilização acentuada e a exploração de uma determinada espécie de madeira podem estar relacionadas, entre outros fatores, à sua aparência, especialmente a cor, que seria a característica mais observada em um primeiro

contato com o material. O uso de uma técnica objetiva e precisa para a determinação da cor da madeira é importante para permitir a valorização de espécies pouco comercializadas, fazendo analogias com outras espécies já bastante exploradas e consolidadas no mercado.

Os métodos para determinação da cor podem ser separados em comparativo e quantitativo. O método comparativo, ou sistema de ordenação de cores, mais conhecido é o sistema Munsell, que tem como base um atlas de cor que serve para selecionar, medir e comparar a aparência dos objetos. Por sua vez, o método quantitativo mais utilizado é a colorimetria, a ciência da medição da cor, onde o sistema CIELAB-1976 é o mais utilizado, pois fornece um espaço mais uniforme da distribuição das cores (Griebeler, 2013).

A Figura 3 representa o sistema de coordenadas colorimétricas CIELAB. Na Figura 4, o ângulo de tinta (h^*) é o ângulo do círculo, que também pode expressar a tonalidade. Já a saturação ou cromaticidade (C) seria o raio do círculo de tonalidade, partindo do ponto cinza do eixo de luminosidade até a cor pura espectral localizada na extremidade do círculo. Quanto mais distante do eixo, mais saturada será a cor. A variável de saturação (C) pode ir de 0 a 60 (sem unidade de medida). Estes dois parâmetros são derivados dos valores de a^* e b^* (Camargos; Gonzalez, 2001).

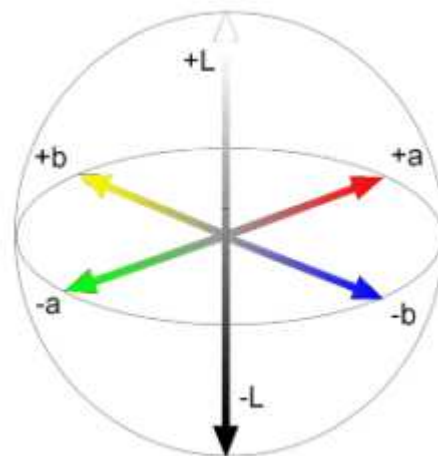


FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA COLORIMÉTRICO CIELAB 1976.

FONTE: GRIEBELER, 2013.

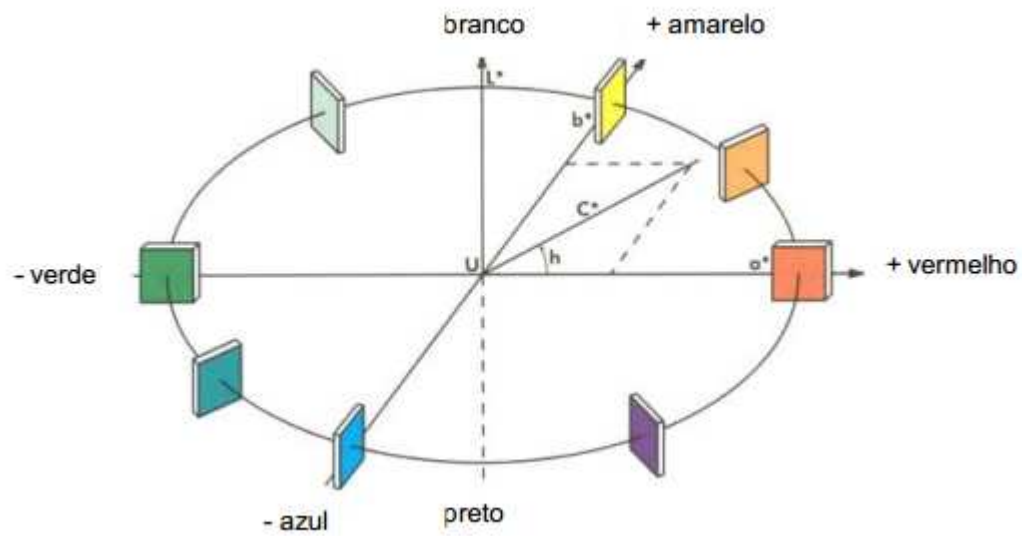


FIGURA 4 – SISTEMA DE COORDENADAS DE CORES CIELAB 1976.
FONTE: GRIEBELER, 2013.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

Foram utilizadas amostras de pisos de madeira maciça de três espécies florestais para as análises, sendo elas: *Tectonagrandis* (teca), *Mimosa scabrella* (bracatinga) e *Dipteryx odorata* (cumaru). Utilizaram-se 10 amostras de cada espécie para cada teste, 5 com verniz e 5 sem verniz, no caso da bracatinga e do cumaru. Para a teca, foram 5 com tingimento e 5 sem tingimento. As amostras tinham 1,9 cm x 9 cm x 30 cm de espessura, largura e comprimento respectivamente. Para o teste de abrasão foram utilizadas amostras de 1,9 cm x 10 cm x 10 cm de espessura, largura e comprimento respectivamente, com acabamento.

O verniz utilizado para o cumaru e a bracatinga é à base de monômeros e resinas com secagem UV. Para a teca, o produto de acabamento utilizado é à base de óleo, também com secagem UV. O tingimento é feito através do isolante que contém pigmentos.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 RENDIMENTO

Foi analisado o rendimento de uma carga de madeira serrada de cada uma das três espécies em estudo. Com umidade inicial acima do ideal, as tábuas foram gradeadas e levadas para estufas para o processo de secagem. O cálculo do rendimento foi feito da seguinte forma: obteve-se o valor em metros quadrados de carga, fazendo a cubagem dos pacotes e dividindo o valor encontrado pela espessura das peças, assim que o material foi recebido. Após todo o processo de fabricação a madeira foi novamente contada já embalada, e com esses dois valores o rendimento foi calculado com a seguinte equação:

$$Rendimento = \left(\frac{Produção\ final}{Carga\ recebida} \right) * 100 \quad (1)$$

As cargas analisadas foram recebidas pela empresa Novopiso.

3.2.2 TESTE DE ABRASÃO

O teste foi realizado no laboratório da empresa Novopiso, em um equipamento TABER ABRASER, baseado na norma ASTM D4060-10.

Foram utilizadas 5 amostras com acabamento final de cada uma das 3 espécies.

Utilizaram-se peças de 10 cm x10 cm e fez-se um furo de ¼” de polegada no centro da peça. A mesma foi movimentada em círculo por 2 cilindros de 500g cada, apoiados em sua superfície e adaptados a cada braço do aparelho (Figura 5).



FIGURA 5 – EQUIPAMENTO TABER UTILIZADO PARA O TESTE DE ABRASÃO NOS PISOS DE MADEIRA.

FONTE: A AUTORA, 2014.

O teste tem como objetivo avaliar, por meio de ciclos, o quão resistente é o verniz ao tráfego. Considera-se aprovado a partir do mínimo de 300 ciclos. Para a teca são 150 ciclos, por ser um produto rústico que recebe um acabamento diferenciado. A quantidade mínima de ciclos foi estabelecida segundo regulamentação interna da empresa

3.3 RESISTÊNCIA AO RISCO

O teste foi realizado na empresa Novopiso em um equipamento chamado Balancim, seguindo o padrão da norma ASTM D3363-05. Com uma ponteira

arredondada, fazem-se 4 movimentos manuais (ida e volta, cada). Este procedimento é repetido com a colocação de pesos de 4 kg e 5kg (Figura 6).

O objetivo é analisar visualmente o comportamento da madeira e se houve rompimento do verniz. Considera-se o material aprovado quando não houver ocorrência de deformidades ou craquelamento do verniz.



FIGURA 6 – EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA OS TESTES DE RISCO FEITOS COM UMA PONTEIRA ARREDONDADA E PESOS DE 4 KG E 5 KG.

FONTE: A AUTORA, 2014.

Foram utilizadas 5 amostras de cada espécie com e sem acabamento superficial com a finalidade de comparar a deformação na madeira.

3.4 RESISTÊNCIA AO IMPACTO

Os testes foram realizados no laboratório da empresa Novopiso, em um aparelho chamado impactômetro, de acordo com a norma ASTM D2394-83. Solta-se em queda livre sobre a madeira uma esfera de aço com 0,533kg em 3 alturas diferentes: 300mm, 900mm e 1800mm (Figura 7).

O objetivo do ensaio é classificar a deformação nas peças com verniz e medir o afundamento do piso que normalmente é ocasionado pela queda ou arraste de objetos pesados. Foram testadas peças com e sem acabamento superficial. Considera-se o material aprovado quando não houver ocorrência de deformidades ou craquelamento do verniz.



FIGURA 7 – IMPACTÔMETRO PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA DA MADEIRA AO IMPACTO.
 FONTE: A AUTORA, 2014.

A classificação para as peças com verniz é feita visualmente e segue o quadro 1, sendo aprovadas as peças de acordo com a classificação do que o cliente permite.

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS PEÇAS RESULTANTES DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO IMPACTO.

CLASSIFICAÇÃO
1 – Não trincou
2 – Trincou meia borda
3 – Trincou borda inteira
4 – Várias trincas
5 – Ficou branco

As tolerâncias de profundidade do amassamento permitida para cada altura são apresentadas na tabela 1:

TABELA 1 – TOLERÂNCIA DE PROFUNDIDADE NO ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO IMPACTO.

ALTURA QUEDA (mm)	PROFUNDIDADE AMASSAMENTO (mm)
1800	1,14
900	0,51
300	0,25

O ensaio foi repetido para 5 amostras de cada espécie, nas condições com e sem acabamento superficial, para comparar os valores de amassamento e classificar as peças com verniz.

3.5 DUREZA JANKA

Os testes foram feitos no Laboratório de Tecnologia da Madeira/ Propriedades Físicas e Mecânicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

A dureza é definida como a resistência requerida para um corpo sólido penetrar em outro por meio de esforço. Consiste em avaliar o esforço necessário para introduzir na face do corpo de prova, uma esfera de 1cm² de área diametral, a uma profundidade igual ao seu raio. O esforço de penetração é medido em kgf (Figura 8).



FIGURA 8 – EQUIPAMENTO EMIC MODELO DL 30000, CAPACIDADE MÁXIMA DE 30 TONELADAS, PARA ENSAIO DE DUREZA.

FONTE: A AUTORA, 2014.

A norma utilizada para os ensaios foi a ASTM D 1037-12, adaptada para as dimensões dos pisos. O ensaio foi repetido em duas regiões diferentes aleatórias em cada uma das 5 amostras de cada espécie com e sem acabamento superficial.

3.6 COLORIMETRIA

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira – LANAQM – UFPR

Um espectrofotômetro KONICA MINOLTA CM-5 (Figura 9) acoplado a um microcomputador foi utilizado para a determinação da cor da madeira. Foi utilizado o sistema CIE - $L^*a^*b^*$, com o iluminante D_{65} (luz difusa), que simula a radiação solar diurna através da lâmpada de xenônio, e grau de observador padrão 10° .

As leituras foram feitas com abertura de diâmetro de 3 mm, em temperatura ambiente de 22°C e umidade relativa do ar de 60%. Observa-se que ainda não existem normas para padronização de amostras para o estudo da colorimetria aplicada a madeira.

Os parâmetros colorimétricos obtidos foram a luminosidade (L^*), matizes do eixo vermelho ($+a^*$) - verde ($-a^*$) e do eixo amarelo ($+b^*$) - azul ($-b^*$) para o sistema CIE- $L^*a^*b^*$.



FIGURA 9 – ESPECTROFOTÔMETRO KONICA MINOLTA CM-5.

FONTE: GRIEBELER, 2013.

Os dados foram coletados na superfície das amostras de maneira aleatória, perfazendo um total de 10 leituras por amostra. Foram utilizados 5 corpos-de-prova de cada espécie nas condições com e sem acabamento superficial.

Os parâmetros colorimétricos obtidos foram os seguintes:

L*: claridade.

a*: matizes do eixo vermelho (+a) – verde (-a).

b*: matizes do eixo amarelo (+b) – azul (-b).

O parâmetro C (saturação) foi calculado a partir da equação:

$$C = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (2)$$

Onde: C = saturação

a* = coordenada cromática sobre o eixo verde-vermelho

b* = coordenada cromática sobre o eixo azul-amarelo

O parâmetro h* (ângulo de tinta) foi determinado pela equação:

$$h^* = \arctan (b^* / a^*) \quad (3)$$

Onde: h* = ângulo de tinta

Os dados brutos de cor foram grupados no programa Excel. Para análise final, foram calculados valores médios das leituras feitas para cada parâmetro colorimétrico e foram plotados gráficos da reflectância em relação ao comprimento de onda.

Para a mensuração da variação da cor da madeira “*In natura*” com acabamento superficial e comparar a coloração das espécies distintas, utilizou-se a variação total da cor, expressa pela seguinte equação:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})} \quad (4)$$

Onde: ΔE^* = variação total da coloração

ΔL^* = variação da Luminosidade (L* da amostra com acabamento menos L* da *In natura*)

Δa^* e Δb^* = variação das coordenadas cromáticas (amostra com acabamento menos *In natura*)

Os sinais, positivo e negativo resultantes da expressão significam: $+\Delta L^*$ aumento da luminosidade; $-\Delta L^*$ redução da luminosidade; $+\Delta a^*$ aumento na cor vermelha; $-\Delta a^*$ aumento na cor verde; $+\Delta b^*$ aumento na cor amarela; e $-\Delta b^*$ aumento na cor azul (Griebeler, 2013).

Para a classificação da variação total da cor foi utilizada a tabela elaborada por Hikita et al.¹(2001, citado por Griebeler, 2013) que se baseou em níveis de percepção da cor.

TABELA 2 – CLASSIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO TOTAL DA COR (ΔE^*) DE MADEIRAS.

VARIAÇÃO DA COR (ΔE^*)	CLASSIFICAÇÃO
0,0 - 0,5	Desprezível
0,5 - 1,5	Ligeiramente perceptível
1,5 - 3,0	Notável
3,0 - 6,0	Apreciável
6,0 - 12,0	Muito apreciável

FONTE: GRIEBELER, 2013.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores obtidos dos parâmetros colorimétricos foram comparados estatisticamente pelo teste de Tukey para comparação de médias a 5 % de probabilidade, mediante a utilização do programa computacional Statistica© 10.0.

¹HIKITA,Y.; TOYODA, T.; AZUMA, M. **Weathering testing of timber – discoloration**. In: IMAMURA,Y. High performance utilization of wood for outdoor uses. Kyoto, Japão: Press-net, 2001.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RENDIMENTO

O rendimento da produção das três espécies pode ser analisado na tabela 3.

TABELA 3 – RENDIMENTO NA PRODUÇÃO DE PISOS DE MADEIRA MACIÇA

ESPÉCIE	CARGA RECEBIDA (m ²)	PRODUZIDO (m ²)	RENDIMENTO (%)
Bracatinga	503,3	229,5	46
Cumarú	2022,1	1358,8	67
Teca	2319,6	1892,8	82

Os fatores que interferem no rendimento são referentes à madeira e ao processo. Na madeira, tem-se perdas devido aos defeitos, como por exemplo, nós soltos, furos causados por organismos xilófagos, e rachaduras. Esses defeitos devem ser retirados do processo. Já no processo, as perdas são nas dimensões após a secagem, onde ocorre a contração da madeira, e em cada etapa da produção. Seguido por perdas na linha de verniz, em que são retiradas peças que contenham bolhas no verniz, marca do rolo aplicador, falhas na aplicação nos cantos das peças, entre outros.

Pode-se observar que a bracatinga obteve o pior resultado de rendimento entre as três espécies. Isto era esperado devido à grande quantidade de defeitos que sua madeira possui, dentre eles em sua maioria nós soltos, um defeito que não é permitido no processo de produção, e que deve ser retirado.

O melhor resultado foi obtido pela teca. A madeira além de possuir poucos defeitos que não são aceitos no processo, resulta em um produto final rústico. Amadeira passa por escovamento e tingimento, por isso quase todos os defeitos são aceitos por não interferirem na qualidade final do produto.

4.2 TESTE DE ABRASÃO

Na Tabela 4, está a quantidade de ciclos necessários para remover todo o acabamento da superfície da madeira de cada espécie.

TABELA 4 – VALORES MÉDIOS E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE CICLOS OBTIDOS NO TESTE DE ABRASÃO.

ESPÉCIE	CICLOS (MÉDIA)	COEF. VAR. (%)
Bracatinga	310 a	7,2
Cumaru	290 a	15,2
Teca	180 b	7,7

Valores seguidos por uma mesma letra não apresentam diferença estatística pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Somente a teca e a bracatinga foram aprovadas no teste de abrasão. Lembrando que para a teca o mínimo era 150 ciclos, e para o cumaru e a bracatinga, 300 ciclos. A figura 10 mostra a relação entre a quantidade máxima de ciclos obtida e o mínimo para ser aprovada no teste. A teca obteve o melhor resultado.

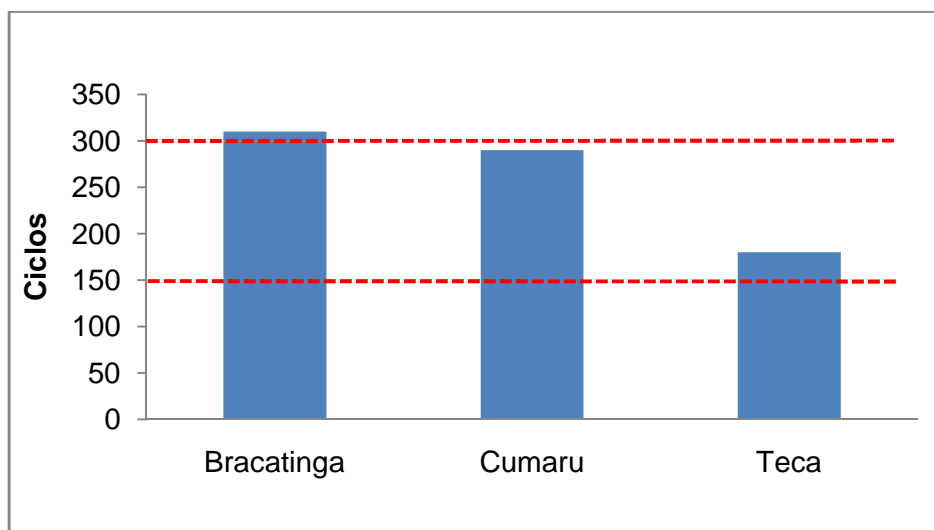


FIGURA 10 – QUANTIDADE DE CICLOS MÍNIMA PARA APROVAÇÃO NO TESTE REPRESENTADA PELA LINHA TRACEJADA VERMELHA.

FONTE: A AUTORA, 2014.

O fato do cumaru não ter atendido à especificação mínima, pode ser devido sua madeira apresentar baixa permeabilidade em função das características naturais, o que dificulta a penetração do verniz, diminuindo a resistência à abrasão da superfície. Ou ainda, o problema pode ter ocorrido no acabamento das amostras selecionadas, uma sugestão seria aumentar a gramatura de verniz, ou testar outra marca.

4.3 RESISTÊNCIA AO RISCO

Na Figura 11, podemos observar o comportamento da madeira no teste de resistência ao risco. O cumaru e a bracatinga apresentaram descascamento do verniz para o peso de 5 kg no teste de risco. Já para a teca, não houve deformidades nem craquelamento do verniz com os pesos de 4 kg e 5 kg (Figura 11).

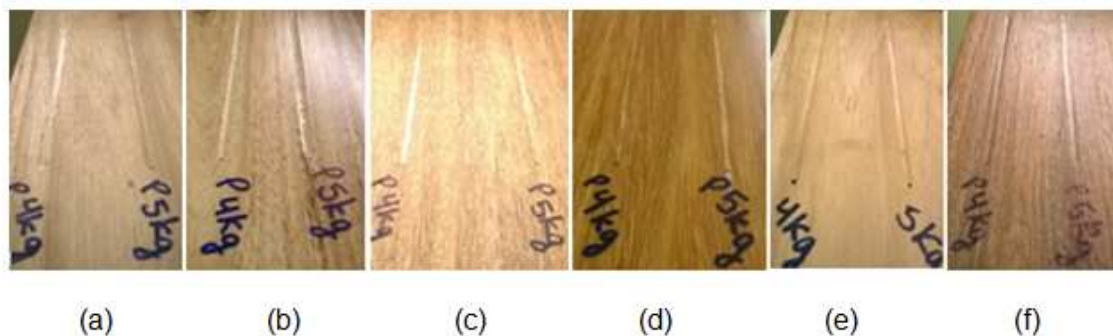


FIGURA 11 – COMPARAÇÃO DO TESTE DE RISCO PARA AMOSTRAS COM E SEM ACABAMENTO. (a) BRACATINGA SEM VERNIZ; (b) COM VERNIZ; (c) CUMARU SEM VERNIZ; (d) COM VERNIZ; (e) TECA IN NATURA; (f) TINGIDA.

FONTE: A AUTORA, 2014.

Comparando os testes na madeira com e sem verniz, observa-se que sem o verniz ocorreu um amassamento maior da madeira. A aplicação do acabamento aumentou a resistência da superfície.

4.4 RESISTÊNCIA AO IMPACTO

Na classificação visual, o verniz dos pisos de cumaru não trincou para nenhuma das alturas. A teca ficou na classificação 2, segundo quadro 1, por obter trincas de meia borda para algumas amostras com acabamento na altura de 1800 mm. A bracatinga foi classificada como número 3 porque teve trincas de borda inteira no verniz para a altura de 1800 mm e trincas de meia borda para as outras alturas em algumas amostras.

A classificação final, para aprovar ou não o material, é feita pelo cliente, que diz até que número da classificação de defeitos no teste é aceita.

A tabela 5 apresenta os valores referentes às profundidades de amassamento ocasionado no teste de impacto nas 3 diferentes alturas.

TABELA 5 – VALORES MÉDIOS E DESVIO-PADRÃO DO AFUNDAMENTO CAUSADO PELO TESTE DE IMPACTO EM TRÊS ALTURAS DIFERENTES.

AMOSTRAS	PROFUNDIDADES		
	ALT. 300 mm	ALT. 900 mm	ALT. 1800 mm
Bracatinga S/ Verniz	0,248 b (0,03)	0,460 b (0,15)	0,706 c (0,17)
Bracatinga C/ Verniz	0,206 b (0,02)	0,426 b (0,12)	0,502 bc (0,08)
Cumaru S/ Verniz	0,076 a (0,05)	0,178 a (0,06)	0,286 ab (0,05)
Cumaru C/ Verniz	0,072 a (0,06)	0,138 a (0,04)	0,216 a (0,12)
Teca In natura	0,206 b (0,05)	0,454 b (0,04)	0,632 c (0,18)
Teca Tingida	0,252 b (0,08)	0,442 b (0,12)	0,642 c (0,17)

Para cada espécie valores em uma coluna seguidos por uma mesma letra não apresentam diferença estatística pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os valores entre parênteses representam o desvio padrão da média.

Somente para a altura de 1800 mm, para a bracatinga com verniz e para o cumaru sem verniz houve alteração.

Para os pisos de bracatinga e cumaru, os valores de profundidade do amassamento foram menores para as amostras com verniz. Já para a teca os valores ficaram bem próximos entre si e nas alturas de 300mm e 1800 mm, o afundamento foi menor para as amostras sem nenhum tipo de acabamento. Isto pode ser devido ao fato da região da amostra de madeira que foi atingida no teste, no lote de amostras haviam peças de teca retiradas de posições mais próximas da medula, na teca sem tingimento pode ter havido maior concentração de peças sem medula.

4.5 DUREZA JANKA

Na tabela 6 estão os valores de dureza Janka obtidos no ensaio.

TABELA 6 – VALORES MÉDIOS E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DA DUREZA JANKA.

AMOSTRAS	DUREZA (kgf)
Bracatinga S/ Verniz	323 b (23,06)
Bracatinga C/ Verniz	417 b (19,13)
Cumaru S/ Verniz	1264 a (18,54)
Cumaru C/ Verniz	1248 a (12,95)
Teca In natura	380 b (10,16)
Teca Tingida	374 b (30,16)

Para cada espécie valores em uma coluna seguidos por uma mesma letra não apresentam diferença estatística pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os valores entre parênteses representam o coeficiente de variação.

Como esperado, a dureza do cumaru é muito maior que a teca e bracatinga, as quais possuem valores de dureza bem parecidos.

O cumaru apresentou rachaduras em algumas peças durante o ensaio.

4.6 COLORIMETRIA

A Figura 12 ilustra a diferença da coloração das superfícies dos pisos depois de aplicado o acabamento.



FIGURA 12 – VARIAÇÃO DE COR DA MADEIRA DEVIDO À APLICAÇÃO DO ACABAMENTO. (a) BRACATINGA SEM VERNIZ; (b) BRACATINGA COM VERNIZ; (c) CUMARU SEM VERNIZ; (d) CUMARU COM VERNIZ; (e) TECA IN NATURA; (f) TECA TINGIDA. FONTE: A AUTORA, 2014.

Ao analisar os valores médios dos parâmetros colorimétricos obtidos no estudo, observa-se que a claridade (L^*) das amostras após a aplicação do verniz diminuiu (TABELA 7).

Ainda, a diminuição da luminosidade, que caracteriza o escurecimento das amostras, foi muito maior para a teka, já que esta foi tingida no processo de acabamento.

TABELA 7 – VALORES MÉDIOS E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO PARA OS PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS DE CADA AMOSTRA NO SISTEMA CIE - $L^*a^*b^*$.

AMOSTRAS	L^*	a^*	b^*	C	h^*
Bracatinga S/ Verniz	66,56 a (0,07)	6,09 b (0,13)	17,68 b (0,07)	18,71 b (0,07)	1,24 a (0,02)
Bracatinga C/ Verniz	60,31 b (0,11)	8,40 a (0,17)	21,94 a (0,07)	23,52 a (0,08)	1,21 b (0,04)
Cumaru S/ Verniz	46,01 a (0,07)	13,04 b (0,12)	21,57 b (0,14)	25,23 b (0,13)	1,02 a (0,05)
Cumaru C/ Verniz	38,36 b (0,09)	16,42 a (0,09)	25,44 a (0,11)	30,31 a (0,10)	1,00 a (0,05)
Teca In natura	57,38 a (0,13)	9,55 a (0,17)	23,39 a (0,09)	25,31 a (0,09)	1,18 a (0,05)
Teca Tingida	40,14 b (0,08)	9,10 a (0,12)	16,70 b (0,12)	19,03 b (0,11)	1,07 b (0,04)

Para cada espécie os valores em uma coluna seguidos por uma mesma letra não apresentam diferença estatística pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os valores entre parênteses representam o coeficiente de variação.

A coordenada a^* só não teve variação estatística em função do acabamento para a teca, onde seu valor diminuiu.

A coordenada b^* para todas as espécies variou devido ao acabamento, mais uma vez para a teca o valor não seguiu o padrão e diminuiu.

Todas as espécies ficaram no mesmo quadrante devido aos valores positivos de a^* e b^* , nas duas coordenadas o cumaru com verniz obteve as maiores médias, representando uma pigmentação mais alaranjada.

Para a saturação (C) houve diferença com a aplicação do acabamento para todas as espécies, sendo a maior média também para o cumaru com verniz.

O ângulo de tinta (h^*) para o cumaru não houve diferença com a aplicação do acabamento. O comportamento foi o mesmo para todas as espécies, diminuindo a tonalidade com a aplicação do acabamento.

A variação total da cor (ΔE^*) foi maior para a teca. Já que está recebe tingimento esse comportamento era esperado. A menor influência do verniz ocorre para a bracinga. (TABELA 8).

TABELA 8 – VARIAÇÃO TOTAL DA COR DAS ESPÉCIES.

	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	VARIAÇÃO TOTAL DA COR
Bracinga	-6,25	2,31	4,27	7,92	
Cumaru	-7,65	3,39	3,87	9,22	Muito apreciável
Teca	-17,24	-0,46	-6,70	18,50	

Para as três espécies a variação da cor foi classificada como “muito apreciável”, devido à aplicação do verniz.

Nas figuras 13-16 pode-se observar a reflectância obtida para cada espécie. Para a bracinga e o cumaru, o comportamento da reflectância segue a

mesma tendência, com as curvas próximas das amostras com e sem verniz (Figura 13 e 14).

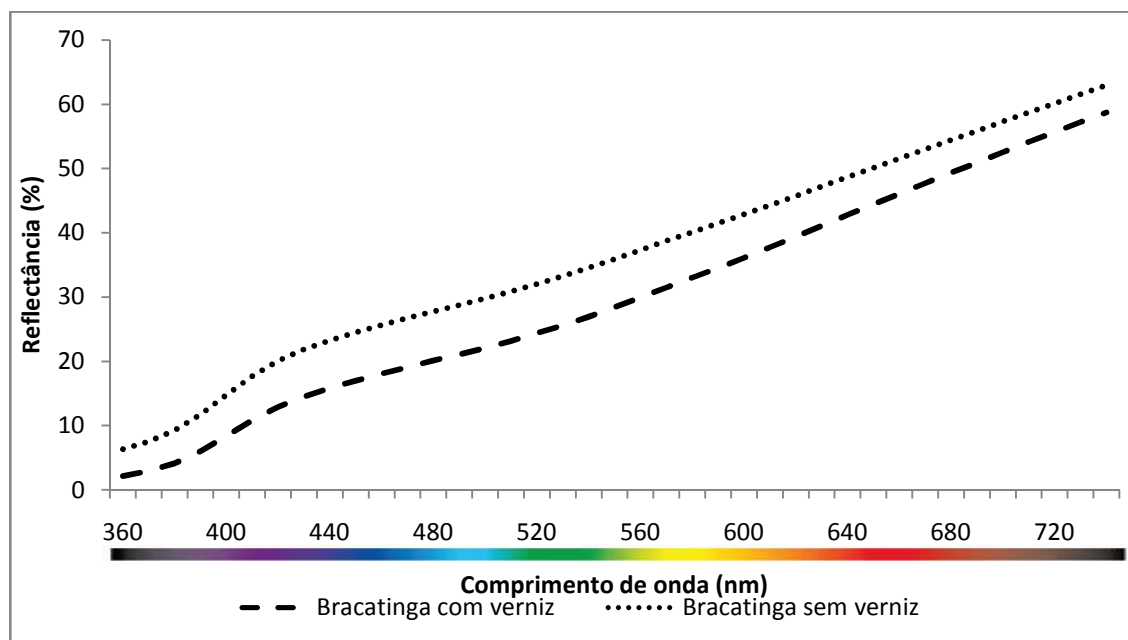


FIGURA 13 – CURVA DE REFLECTÂNCIA PARA BRACATINGA.

FONTE: A AUTORA, 2014.

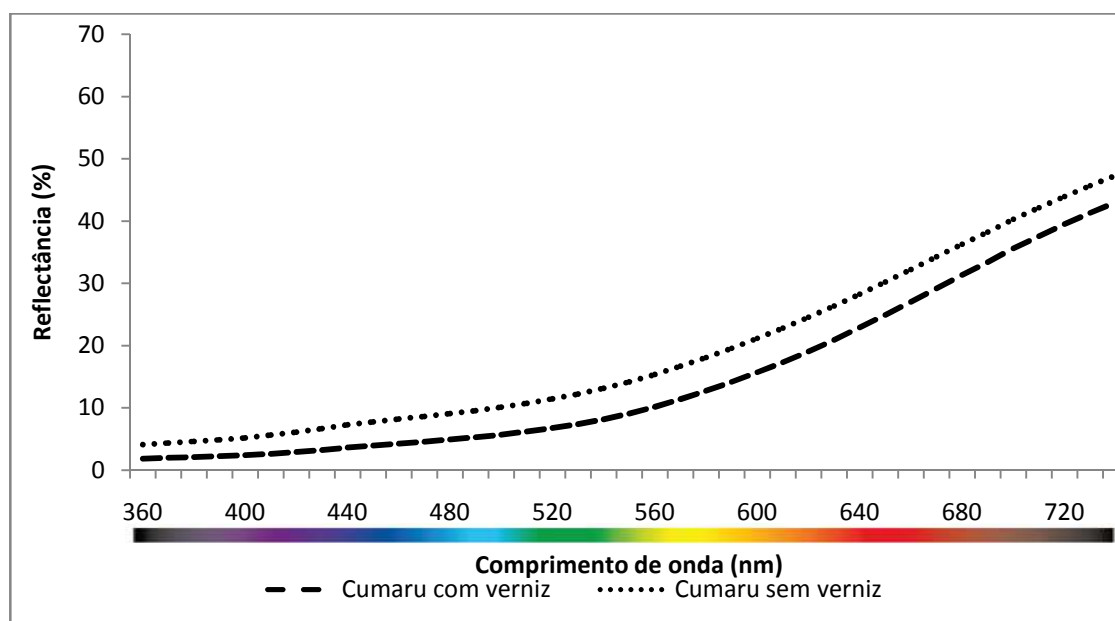


FIGURA 14 – CURVA DE REFLECTÂNCIA PARA CUMARU.

FONTE: A AUTORA, 2014.

Para a teca que é tingida, o comportamento foge um pouco do padrão. Obtendo resultados mais divergentes para os comprimentos de onda entre 440 nm e 680 nm.

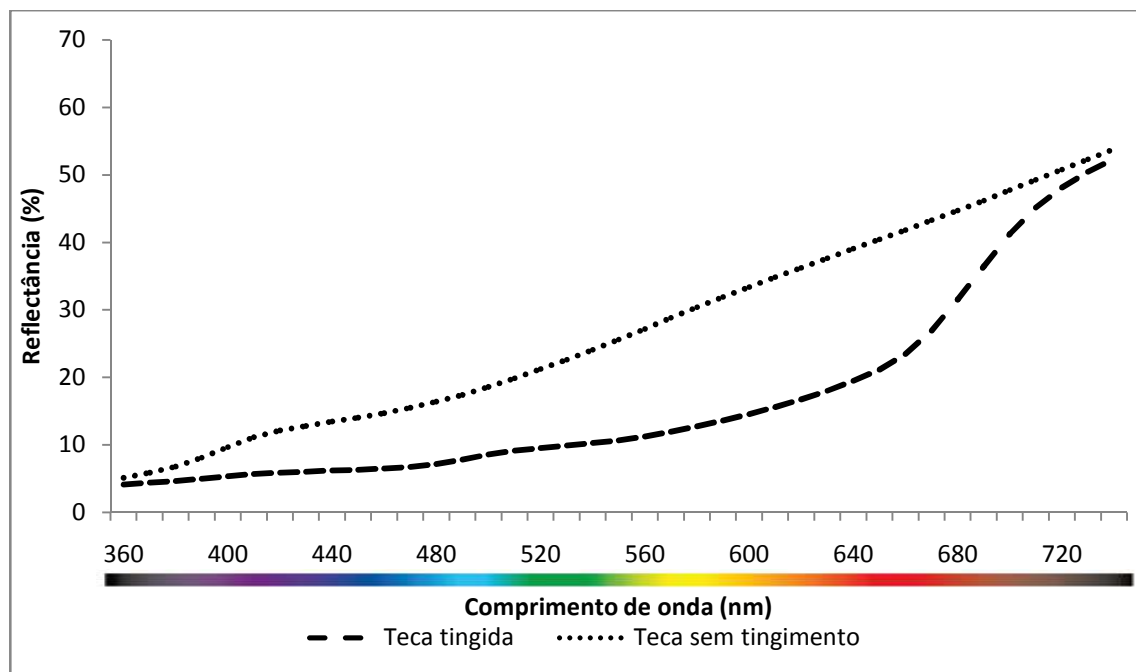


FIGURA 15 – CURVA DE REFLECTÂNCIA PARA TECA.

FONTE: A AUTORA, 2014.

Os espectros com verniz tiveram uma menor porcentagem de reflectância devido às propriedades do verniz, que quando aplicado à superfície provoca o escurecimento da madeira, diminuindo seu brilho natural.

Fazendo uma comparação somente das amostras com verniz (Figura 16), pode-se observar que mesmo com produtos diferentes, o comportamento da reflectância pode ser semelhante. Como é o caso da teca tingida e do cumaru, que atingem valores de reflectância bem próximos entre si, resultando em um acabamento com brilho parecido. Esta característica é importante pelo fato de que no tingimento da teca o desejado é que a superfície fique parecida com o cumaru.

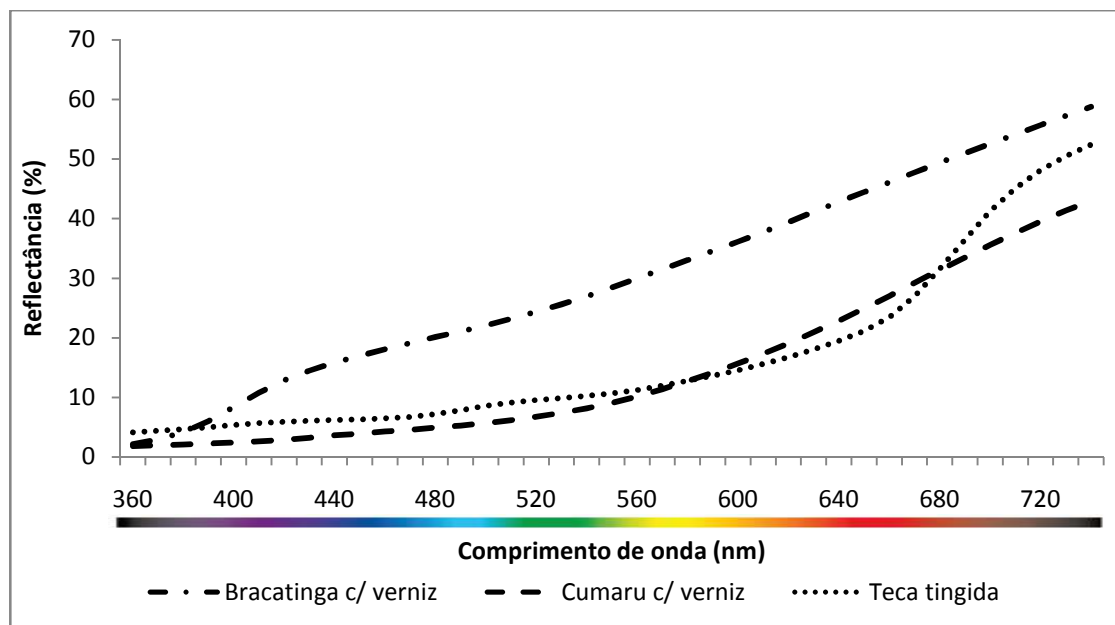


FIGURA 16 – CURVA DE REFLECTÂNCIA PARA AMOSTRAS COM VERNIZ.

FONTE: A AUTORA, 2014.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O maior rendimento obtido na produção de pisos maciços foi para a teca.

Somente a teca e a bracatinga foram aprovadas no teste de abrasão.

Para o teste de riscos somente a teca foi aprovada.

Para o impacto, todas as espécies foram aprovadas.

A dureza obtida para o cumaru é muito maior que a teca e bracatinga. As amostras de bracatinga com verniz tiveram um valor médio de dureza maior que as amostras sem verniz.

A claridade (L^*) das amostras após a aplicação do verniz diminuiu. A diminuição da luminosidade foi muito maior para a teca tingida.

A variação total da cor (ΔE^*) foi maior para a teca. A menor influência do verniz ocorreu para a bracatinga.

Para as três espécies a variação da cor foi classificada como “muito apreciável”, devido à aplicação do verniz.

Para a bacatinga e o cumaru, o comportamento da reflectância segue a mesma tendência, com as curvas próximas das amostras com e sem verniz.

A reflectância da teca tingida atinge valores bem próximos ao do Cumaru.

De acordo com os resultados obtidos nos testes, conclui-se que a utilização de madeiras de plantios florestais para a produção de pisos de madeira maciça é indicada. Porém, a bracatinga não se torna viável devido ao seu baixo rendimento na produção. O que deixa a teca mais disponível para ser uma possível substituta do cumaru, pois suas propriedades são adequadas, seu rendimento é bom, aliado a um valor de venda mais acessível que o cumaru.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. Setor brasileiro de Pisos de Madeira: Oportunidades e Ameaças. **Revista da madeira** - Edição nº139 - Maio de 2014. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1748&subject=Pisos&title=Setor%20brasileiro%20de%20Pisos%20de%20Madeira:%20Oportunidades%20e%20Amea%EA7as. Acesso em 25/10/2014.

ASTM D1037-12, Standard Test Methods for **Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012.

ASTM D2394-83, Standard Methods for **Simulated Service Testing of Wood and Wood-Base Finish Flooring**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 1999.

ASTM D3363-05, Standard Test Method for **Film Hardness by Pencil Test** , **ASTM International**, West Conshohocken, PA, 2011.

ASTM D4060-10, Standard Test Method for **Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2010.

CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. C. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. **Brasil Florestal**, n. 71, p. 30-41, set. 2001. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/ojs/index.php/braflor/article/viewFile/60/58>. Acesso em: 10/10/2014.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Cumarú: *Dipteryx odorata***. Belem: [s.n.], 2004. 6p., il. (Espécies Arbóreas da Amazônia, n.7).

EMBRAPA FLORESTAS. **Sistemas de Produção – Cultivo da Bracatinga**. Versão Eletrônica. Out./2003. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Bracatinga/CultivodaBracatinga/>>. Acesso em 10/10/2014.

FIGUEIREDO, E. O. **Teca (Tectona grandis L.f.):** principais perguntas do futuro empreendedor florestal. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 87p., il. (Embrapa Acre).

GRANETO, L. F. Processo produtivo de piso engenheirado de madeira. **Monografia.** Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

GRIEBELER, C. G. O. Colorimetria da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden modificada termicamente. **Dissertação.** Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013. 66p.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Disponível em <http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/78.htm>. Acesso em 24/10/2014.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Exploração da Bracatinga.** Recomendações silviculturais, série extensão nº4, Curitiba, 1989. 25 p.

RECOMA – Loja de pisos de madeira. Disponível em: <http://www.recoma.com.br/faq_madeira.html>. Acesso em: 10/10/2014.

REVISTA DA MADEIRA. **Estados Unidos lidera importações brasileiras.** Edição nº 96 – Maio de 2006. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=892&subject=Estados%20Unidos&title=Estados%20Unidos%20lidera%20importa%E7%F5es%20brasileiras>. Acesso em 03/11/2014.

SANTOS, E. **Nossas madeiras.** Belo Horizonte, MG: Itatiaia, 1987. 313p., il. (Coleção Vis mea in labore, 7).

SFB - Serviço Florestal Brasileiro & IMAZON - Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados.** Belém, SFB/IMAZON: 2010. 26 p.

SIQUEIRA, J.D.P. **A política florestal brasileira e o setor produtivo privado: estímulos e impedimentos.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS FLORESTAIS: "PERSPECTIVAS POLÍTICO SOCIAIS, CIENTÍFICAS E ACADÊMICAS, 2011, Manaus. Manaus: INPA, 2011. Palestra.